

С. Г. Кривдік, Т. В. Гуравський, О. В. Дубина

ХІМІЗМ ПІРОКСЕНІВ З РУДОНОСНИХ ОСНОВНИХ ТА УЛЬТРАОСНОВНИХ ПОРІД УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Рудоносные (апатит, ильменит) породы основного и ультраосновного состава Украинского щита связаны с анортозит-рапакивигранитными плутонами, щелочными и субщелочными комплексами. Клинопироксены во всех типах пород независимо от их щелочности принадлежат к высококальциевым разновидностям и на диаграмме $\text{CaSiO}_3\text{-MgSiO}_3\text{-FeSiO}_3$ располагаются в полях диопсида, салита, высококальциевого авгита и ферроавгита. При этом в щелочных и субщелочных комплексах гипабиссальной фации или умеренного эрозионного среза пироксены из рудоносных пород представлены титанистыми авгитами или титанавгитами (до 5—6% TiO_2). В породах нормальной щелочности (с ортопироксеном) клинопироксен всегда (даже при очень высоком содержании ильменита) характеризуется низким содержанием титана (0,1—0,3% TiO_2), в ортопироксенах его еще меньше. В глубокоэродированных массивах (абиссальная фация) содержание титана в пироксенах уменьшается, а их железистость — возрастает.

The ore-bearing (apatite, ilmenite) rocks of the basic and ultrabasic composition of the Ukrainian shield are related to anorthosite-rapakivi-granitic plutons, alkaline and subalkaline complexes. The clinopyroxenes from all types of these rocks (regardless of their alkalinity) are high calcium varieties and located on the diagram $\text{CaSiO}_3\text{-MgSiO}_3\text{-FeSiO}_3$ in fields of diopside, sahlite, high-Ca augite and ferroaugite. At the same time pyroxenes from ore-bearing rocks in alkaline and subalkaline massifs of hipabyssal phases or moderate erosion cut are represented by titanian augite or Ti-augite (up to 5—6% TiO_2). In the rocks of normal alkalinity (with orthopyroxenes) clinopyroxene is always characterized by low content of titanium (0,1—0,3% TiO_2 , even at very high content of ilmenite in rocks). In orthopyroxens it is more less. The content of titanium in pyroxenes and their magnesity are decrease in deep-eroded massifs (abyssal phases).

Вступ

В Україні відомі досить різноманітні габроїди та піроксеніти з титановим (ільменіт, титаномангнетит) та фосфорним зруденінням. Частіше таке зруденіння розвивається сукупно, проте трапляються габроїди з суттєво апатитовою або ільменітовою, чи титаномангнетит-ільменітовою мінералізацією. Рудоносні апатит-ільменітові та апатит-титаномангнетитові габроїди характерні для анортозит-рапакивігранітних плутонів та їх аналогів (Коростенський, Південно-Кальчицький). Найбільш відомі серед них рудні троктоліти, габро-троктоліти, олівінове габро (Стремигородське, Федорівське, Давидківське родовища), рідше трапляються багаті ільменітом норити або габро-норити (Носачівське, Пенизевицьке та Граби-Меленівське родовища та рудопрояви). Загальна характеристика та деякі мінералогічні особливості цих порід та родовищ наводилися нами в попередній публікації [9].

З лужними та сублужними комплексами Приазов'я пов'язані суттєво титанові (магнетит-ільменітові) родовища та рудопрояви в рудних габро та піроксенітах (Покрово-Кириївський, Октябрьський, Хомутівський, Маріупольський, Чернігівський масиви). Як приклад чисто апатитового типу рудних габроїдів та піроксенітів може слугувати Голосківське родовище в Побужжі [8]. Загальні особливості речовинного складу габроїдів з більшістю названих родовищ та рудопроявів розглядалися попередніми дослідниками [1, 4, 10, 13, 18] та в наших публікаціях [5, 8, 9]. Проте на даний час автори отримали нові результати досліджень з мінералогії та геохімії Носачівського, Стремигородського та Давидківського родовищ, які дозволили зробити певні узагальнення та петрологічні висновки, виявити деякі цікаві особливості складу породоутворювальних мінералів. Дана стаття присвячена хімізму піроксенів з рудоносних мафітів цих родовищ. Особливу увагу приділено клінопіроксенам як більш варіабільним щодо хімізму мінералам

© С. Г. Кривдік, Т. В. Гуравський, О. В. Дубина, 2009

порівняно з ортопіроксенами. Клінопіроксени властиві практично всім рудоносним мафітам Українського щита (УЩ), здебільшого в останніх повністю відсутні ортопіроксени. Для порівняння на наведених діаграмах наносилися деякі параметри хімічного складу піроксенів з мафітів відомих зарубіжних родовищ титану та апатиту (Телнес, Грейдер, Сувалки, Сант-Урбейн, Лабривіль).

Слід зазначити, що порівняння складу піроксенів за результатами їх хімічних та мікрозондових аналізів не завжди є коректним. Особливо це стосується вмісту титану, магнію та кальцію. Як для ортопіроксенів, так і для клінопіроксенів із габроїдів аноксидит-рапаківігранітних плутонів характерні структури розпаду твердих розчинів, а нерідко також і дрібні вrostки-включення ільменіту. Природу останніх не з'ясовано: деякі з них (дрібні та закономірно орієнтовані) можуть бути ексклюційними виділеннями, тобто входили до складу первинних (ще до розпаду твердих розчинів) піроксенів, але значна частина включень ільменіту (крупніших за розмірами) належить, безумовно, до захоплених сторонніх (механічних) кристалічних фаз (домішок). Проте і такі результати хімічних аналізів можуть нести цікаву інформацію про первинний валовий склад піроксенів, оскільки під час мікрозондових досліджень цих піроксенів зі структурами розпаду твердих розчинів частіше неможливо оцінити внесок ексклюційних включень у валовий (первинний) склад мінералів. Так, підвищений вміст титану в опублікованих хімічних аналізах піроксенів з основних порід аноксидит-рапаківігранітних плутонів [2, 10—12] так чи інакше свідчить про відому металогенічну спеціалізацію цих порід на титанове зруденіння (навіть у тих випадках, коли ці піроксени мають механічні домішки ільменіту або титаномагнетиту).

Порівняльний аналіз наших та опублікованих даних дозволив зробити такий узагальнюючий висновок про хімізм піроксенів з рудоносних основних та ультраосновних порід: в лужних (які завершуються нефеліновими або лужними сієнітами) та сублужних масивах піроксени завжди містять більше титану порівняно з такими з однойменних порід нормального (за лужністю) ряду. Це справедливо навіть у тих випадках, коли рудоносні породи нормального ряду містять

набагато більше титану (аж до масивних ільменітових руд), ніж лужні та сублужні породи. При цьому в сублужних та лужних основних та ультраосновних породах частіше наявний олівін, а в однотипних породах нормального ряду — ортопіроксен, часто з кварцом.

Відмітимо, що у визначенні назви порід не завжди вдається бути послідовним і дотримуватися Петрографічного кодексу України (1999), оскільки переважно йдеться про породи зі значним або високим вмістом рудних мінералів (ільменіт, магнетит) та апатиту, наявність яких знижує вміст кремнезему і вони за рівним SiO_2 "переходять" в розряд "ультраосновних". Тому автори в подальшому породи зі значним вмістом плагіоклазу називали габро, габроїдами, норитами, троктолітами (залежно від кількості тих або інших темноколірних мінералів), а для безплагіоклазових порід використовували такі назви, як піроксеніт, мафіт, ультрамафіт, перидотит, авгітит тощо (намагаючись дотримуватися назв, поданих попередніми дослідниками).

Піроксени з рудоносних габроїдів аноксидит-рапаківігранітних плутонів УЩ

Хоча ці породи відомі досить давно (понад 30 років), проте їх мінеральний склад, за винятком ільменіту, титаномагнетиту та апатиту (власне рудних мінералів), вивчено недостатньо. Так, не опубліковано жодного аналізу клінопіроксену з рудних габроїдів (троктолітів) Стремигородського та норитів Носачівського родовищ. Тільки зовсім нещодавно вийшла стаття про породоутворювальні мінерали з габроїдів Федорівського родовища [17]. Небагато аналізів піроксенів з габроїдів Давидківського та Володарського родовищ [5, 14]. В даній статті ми наводимо нові і, ймовірно, результати перших мікрозондових аналізів з рудних норитів Носачівського та Стремигородського родовищ.

На даний час ми поділяємо рудні габроїди, пов'язані з аноксидит-рапаківігранітними плутонами УЩ, на дві групи (ряди): 1) сублужні, звичайно з олівіном (габро, габро-троктоліти, троктоліти, казанскіти); 2) нормальні, завжди з ортопіроксеном, часто з кварцом (норити, габронорити). Перші характерні для Стремигородського, Федорівського, Давидківського та Воло-

дарського родовищ. Більшість з них раніше розглядалися в складі габро-сієнітової форми [5]. Другі найбільше поширені в Носачівському родовищі та згадуються або коротко характеризуються в Граби-Меленівському та Пенізевицькому рудопроявах [13]. В породах останнього нещодавно проаналізовано піроксени (Митрохин и др., 2008), які подібні до однойменних мінералів з норитів Носачівського родовища, оскільки породи в них аналогічні або ідентичні [13].

Піроксени з сублужних габроїдів Давидківського, Федорівського та Стремигородського родовищ представлені коричнювато-бурими (в шліфах) титанистими авгітами і на діаграмі Хесса займають переважно поле висококальцієвого авгіту або частково саліту (рис. 1). Вміст титану в них виявився досить незначним, як цього можна було очікувати, виходячи з їх забарвлення. Найбільш збагаченими на титан є піроксени олівінових габро Давидківського масиву (1,32% TiO_2), піроксени із габро Федорівського родовища — 0,45—1,13, частіше 0,8—1,0% і дещо зростає з глибиною [17] та піроксени габро-троктолітів з Стремигородського родовища — 0,92% (всього один аналіз). Дещо нижчий вміст TiO_2 в більш залізистих зелених фероавгітах (рис. 2) з габроїдів Володарського родовища: за нашими даними — 0,44—0,66%, за іншими джерелами [14] — 0,27—0,62% (частіше 0,40%). В шліфах ці піроксени виглядають зазвичай оптично гомогенними, хоча в деяких з них під час мікросондових досліджень фіксувалися ексклюзійні вrostки гіперстену, наприклад в габро Федорівського родовища [17].

Зауважимо, що такий же вміст титану, за даними хімічних аналізів, і в клінопіроксенах з основних порід більшості анортозит-рапаківігранітних плутонів УЩ та Східно-Європейської платформи [2, 10—12] (рис. 3).

В той же час несподівано низьким виявився вміст титану в клінопіроксенах з рудних, багатих ільменітом норитів Носачівського родовища — всього 0,10—0,33% TiO_2 . До того ж в клінопіроксені, що включений в ільменіті, зафіксовано лише 0,16% TiO_2 . Тобто, незважаючи на навіть дуже високий вміст титану в норитах та високі температури їх кристалізації (для всіх кліно- та ортопіроксенів властиві структури розпаду твердих розчинів), титан входить до складу

клінопіроксенів в дуже незначній кількості (в ортопіроксенах його ще менше).

Відмітимо, що ці рудні норити характеризуються невисоким вмістом апатиту (2—3, рідко 5—7%), значно нижчим, ніж сублужні олівінові габро-троктоліти (з титанистим авгітом) Стремигородського, Федорівського та Давидківського родовищ. Принагідно зауважимо, що в ортопіроксенових троктолітах Корсунь-Новомиргородського плутону загалом [10] і Носачівського родовища зокрема більше апатиту (до 7%), ніж в рудних норитах.

Незважаючи на наявність ортопіроксену, клінопіроксени з норитів та габро-норитів Носачівського родовища на діаграмі Хесса займають ті ж поля (висококальцієвий авгіт, саліт, феросаліт), що й піроксени з сублужних габроїдів Федорівського та Володарського родовищ (рис. 1). Водночас більшість клінопіроксенів з безрудних основних порід анортозит-рапаківігранітних плутонів займає поле авгіту, фероавгіту з різним вмістом кальцію, які переходять в низькокальцієві авгіти і піжоніти (рис. 1).

З літературних джерел відомо, що в подібних до Носачівського родовищах клінопіроксени також мають такий же низький вміст титану [18, 19] (рис. 2, 4).

Виходячи з цих даних, автори ще раніше [9] прийшли до висновку, що в анортозит-рапаківігранітних плутонах УЩ збагаченість фосфором відбувається в породах (магмах) підвищеної лужності, якими є відмічені вище олівінові габро, габро-троктоліти та троктоліти. Як зазначалося вище, в олівінових норитах і ортопіроксенових троктолітах Носачівського родовища і Корсунь-Новомиргородського плутону також більше апатиту, ніж в ільменітових рудних норитах. Як відомо, наявність ортопіроксену є індикатором низької лужності порід. За рівності всіх інших умов (температура, тиск, вміст титану) підвищена лужність порід (розплавів) сприяє входженню титану до складу клінопіроксенів (а також амфіболів).

Піроксени з габроїдів та мафіт-ультрамафітів лужних комплексів

Коротко розглянемо піроксени з Октябрського, Покрово-Київського, Чернігівського та Малотерсянського масивів. Відмітимо, що в останньому рудні габроїди не виявлені.

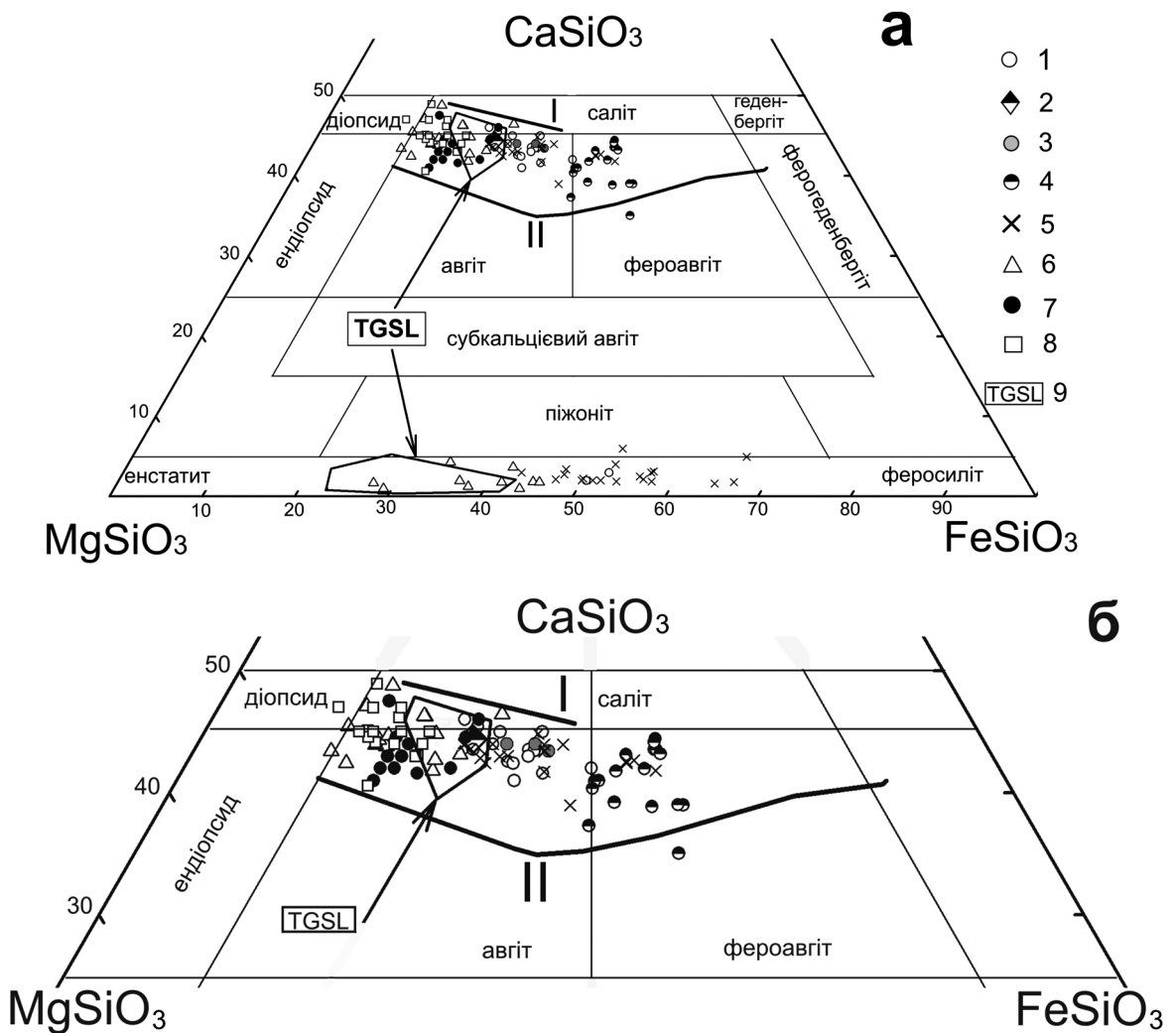


Рис. 1. Діаграма складу піроксенів з основних і ультраосновних порід (а) та її фрагмент (б)

Масиви, родовища, прояви: 1 — Федорівське; 2 — Стремигородське; 3 — Давидківське; 4 — Володарське (Південно-Кальчицький масив); 5 — Носачівське; 6 — Голосківське; 7 — Октябрський і Малотерсянський; 8 — Покрово-Кириївський, Маріупольський, Хомутівський, пікрито-базальти зони зчленування УЩ зі складчастим Донбасом, авгітиту с. Андріївка; 9 — поле піроксенів із зарубіжних родовищ (Телнес, Грейдер, Сувалки, Лабривіль, Сант-Урбейн) [18, 19]

Крім того, згадаємо піроксени з деяких дайкових порід Східного Приазов'я, які можуть бути жильними аналогами Покрово-Кириївського масиву (рис. 1) [1]. Чернігівський масив належить до карбонатитової (лужно-ультраосновної) формації, а решта названих масивів — до габро-сієнітової (сюди ж ми відносимо і Покрово-Кириївський). У всіх масивах останньої формації піроксен в габро, піроксенітах та перидотитах представлений переважно магnezіальним титанистим авгітом або титанистим діопсидом в перидотитах Покрово-Кириївського масиву.

При цьому залізистість піроксенів в перидотитах і піроксенітах Покрово-Кириївського масиву дещо нижча (19—25%), ніж в габро, піроксенітах і перидотитах Октябрського масиву (23—34%), а в габро Малотерсянського масиву — 29%. Проте вміст титану порівняно низький або невисокий (0,84—2,37, частіше 1—2% TiO₂). При цьому в більш магnezіальних та істотно діопсидових піроксенах вміст титану переважно невисокий і зростає звичайно з підвищенням їх залізистості (до салітів). Проте в деяких високомагnezіальних і гіпабісальних породах

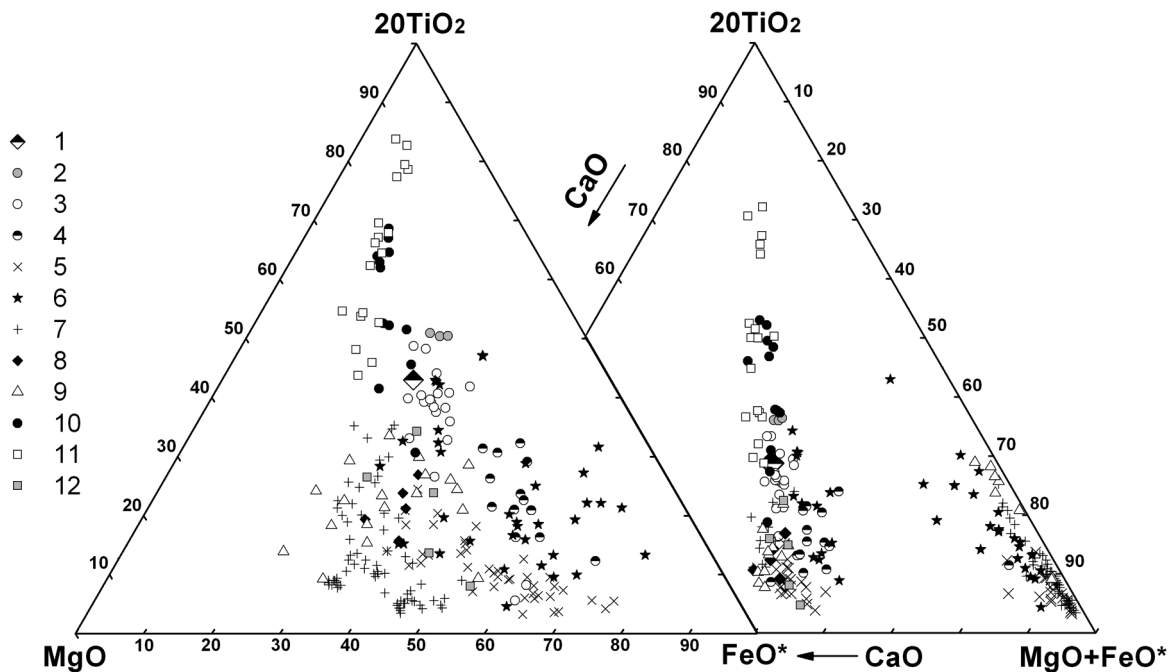


Рис. 2. Співвідношення MgO-FeO*-20TiO₂ (лівий трикутник) CaO-(MgO+FeO*)-20TiO₂ (правий трикутник) в піроксенах з основних і ультраосновних порід

Масиви, родовища, прояви: 1 — Стремигородське; 2 — Давидківське; 3 — Федорівське; 4 — Володарське (Південно-Кальчицький масив); 5 — Носачівське; 6 — основні породи анортозит-рапаковігранітних плутонів [2, 11]; 7 — Телнес, Грейдер, Сувалки [18]; 8 — Лабривіль, Сант-Урбейн [19]; 9 — Голосківське; 10 — Октябрьський і Малотерсянський; 11 — Покрово-Київський, Маріупольський, Хомутівський, пікрито-базальти зони зчленування УЩ зі складчастим Донбасом, авгітиту с. Андріївка; 12 — Чернігівський (піроксеніти)

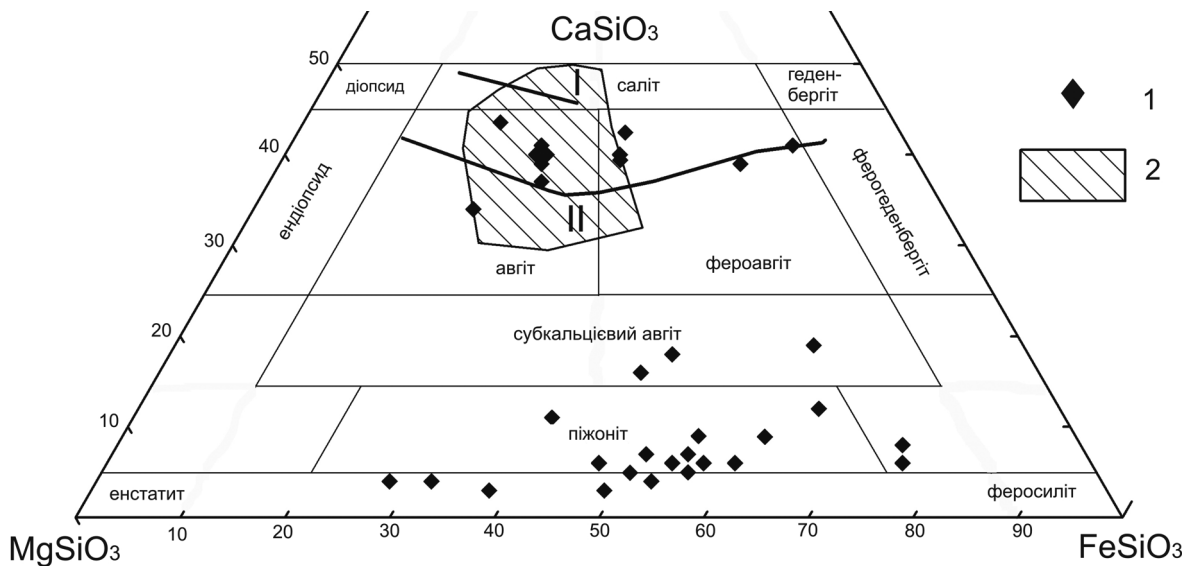


Рис. 3. Піроксени з основних порід анортозит-рапаковігранітних плутонів: 1 — за даними робіт [2, 11]; 2 — поле клінопіроксенів з Коростенського плутону [12]

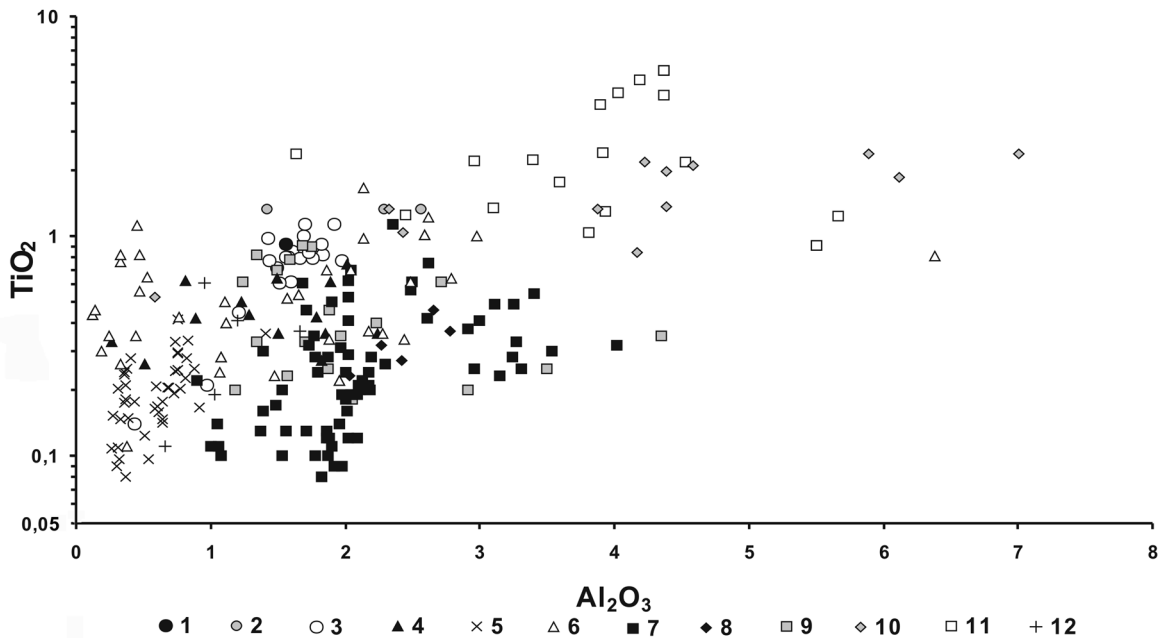


Рис. 4. Співвідношення Al_2O_3 і TiO_2 в піроксенах

Масиви, родовища, прояви: 1 — Стремигородське; 2 — Давидківське; 3 — Федорівське; 4 — Володарське (Південно-Кальчицький масив); 5 — Носачівське; 6 — основні породи анортозит-рапаківігранітних плутонів [2, 11]; 7 — Телнес, Грейдер, Сувалки [18]; 8 — Лабривіль, Сант-Урбейн [19]; 9 — Голосківське; 10 — Октябрьський і Малотерсянський; 11 — Покрово-Київський, Маріупольський, Хомутівський, пікрито-базальти зони зчленування УЩ з складчастим Донбасом, авгітиту с. Андріївка; 12 — Чернігівський (піроксеніти)

титан входить до складу майже чистих діопсидів, як це спостерігається, наприклад, в лампроїтах Австралії (до 2,8% TiO_2).

Водночас в жильних породах (авгітитах) Східного Приазов'я та сублужних олівінових базальтах зони зчленування УЩ з складчастим Донбасом піроксени містять до 5,14 і 5,68% TiO_2 , відповідно [1, 5]. Характерною особливістю титанистих авгітів з названих порід є підвищений або високий вміст алюмінію — до 4—7% Al_2O_3 (рис. 4). Загалом, між вмістом алюмінію та титану існує позитивна кореляція, хоча є певні відхилення (рис. 4). Як відомо, високотитанисті та високотитанисті піроксени характерні для лужних базитових комплексів. При цьому в гіабісальних фаціях порід з цих комплексів вміст титану та алюмінію, як правило, вищий, ніж в їх абісальних аналогах. За високого вмісту алюмінію в клінопіроксенах в них проявляється недонасиченість кремнеземом (замість анортиту $CaAl_2Si_2O_8$ розраховується чермакітовий мінал $CaAlSiO_6$), а при наявності натрію — нормативний нефелін.

Водночас в рудних (ільменіт + магнетит) піроксенітах (TiO_2 — 5—8%) Чернігівського

карбонатитового масиву клінопіроксени представлені егіринвісними діопсидами або егіринсалітами з досить низьким, за даними хімічного аналізу, вмістом титану (0,1—0,6% TiO_2). При цьому в них часто спостерігаються екзолюційні вrostки ільменіту, тобто в самій матриці піроксену титану ще менше.

Таку "невідповідність" між високим вмістом титану в лужних піроксенітах Чернігівського масиву і низьким вмістом титану в піроксенах з цих порід ми пояснюємо перш за все абісальними умовами кристалізації. Як неодноразово підкреслювалося в попередніх публікаціях [3, 5, 7], Чернігівський карбонатитовий масив належить до одного з найбільш еродованих в світі (за різними оцінками від 9 до 20 км). За таких умов титан входить переважно до складу ільменіту. Як відомо, високотитанисті амфіболи кристалізуються також в гіабісальних інтрузіях основних та лужних порід (керсутити) або в лампроїтах (високотитанисті рихтерити).

В інших менш еродованих карбонатитових комплексах (Маймеча-Котуйська, Кольсько-Карельська провінції) піроксени

з рудоносних піроксенітів, якупірангітів, перидотитів (олівініти, дуніти), пікритів звичайно характеризуються підвищенням вмістом титану (до 2,5—3,4% TiO_2). Виняток становлять гіпабісальні інтрузії та дайки мельтейгіт-якупірангітів північно-західної частини УЩ (Городницька, Глумчанська, Болярківська інтрузії, Покошівські дайки), які є аномально низькотитанистими і безрудними породами [6, 15, 16]. В них звичайними є низькотитанисті клінопіроксени (діопсиди), хоча в амфіболах вміст TiO_2 може досягати 3—4%.

Намічаються деякі подібності за низьким вмістом титану в піроксенах між піроксенітами Чернігівського масиву та рудними норитами Носачівського ільменітового родовища. Ці два об'єкти формувалися в фації абісальних глибин.

Піроксени з сублужних габроїдів та мафіт-ультрамафітів

До таких належать породи з таких двох невеликих і слабо вивчених масивів у Східному Приазов'ї, як Хомутівський та Маріупольський. З Хомутівського масиву опубліковано [4] лише три аналізи титанавгітів, стільки ж авторських аналізів винесено на діаграми (рис. 1—4) з Маріупольського масиву. Формацийну належність цих масивів не з'ясовано. За мінеральним та хімічним складом габро, піроксеніти, олівінові піроксеніти та перидотити цих масивів подібні до однойменних порід Покрово-Кириївського та Октябрського масивів. Очевидно, вони є палеозойськими інтрузіями, K—Ar вік за керсутитом (з піроксеніту та габро) Маріупольського масиву становить відповідно 360 ± 15 і 345 ± 30 млн років (наші дані). Для Хомутівського масиву характерні рудні різновиди піроксенітів (6—9% TiO_2) з ільменітом і титаномангнетитом, а в породах Маріупольського масиву цих рудних мінералів значно менше (вміст TiO_2 рідко перевищує 4%). В обох масивах досить низький вміст апатиту, хоча в деяких різновидах піроксенітів з Хомутівського масиву він досягає 9% (3,3% P_2O_5) [4].

За близької магнезійності в титанистих авгітах з піроксенітів Хомутівського масиву дещо більше титану (1,8—2,4% TiO_2), ніж в однойменних мінералах і породах, а та-

кож габро Маріупольського масиву (1,0—1,3% TiO_2) (рис. 2, 4). За цими особливостями хімізму такі піроксени мають подібність з однойменними мінералами Покрово-Кириївського масиву (рис. 4).

Як згадувалося вище і було показано в одній з публікацій авторів [8], піроксени Голосківського апатитового рудопрояву відрізняються від піроксенів всіх розглянутих типів рудоносних порід (рис. 1).

Обговорення результатів та висновки

Хімічний склад піроксенів, особливо їх моноклінних видів, є відображенням умов кристалізації та індикатором зруденіння на титан (ільменіт, титаномангнетит, перовскіт). У породах з титановою мінералізацією виявлено певні особливості хімізму клінопіроксенів.

В лужних та сублужних комплексах гіпабісальної фації або помірного ерозійного зрізу (до 3—5 км) піроксени з рудоносних (на титан) порід представлені титанистими авгітами або титанавгітами (до 5—6% TiO_2). Є деякі підстави вважати, що в таких масивах з глибиною ерозійного зрізу (до абісальної фації) вміст титану в піроксенах зменшується і збільшується їх залізистість [9]. Це справедливо також і для масивів зі слабо або й зовсім не проявленою титановою спеціалізацією (як це видно при порівнянні лужно-ультраосновних Чернігівського, Проскурівського та Антонівського масивів [5, 7]).

В анортозит-рапаківігранітних плутонах УЩ рудоносні габроїди з підвищенням або високим вмістом апатиту належать до сублужного ряду, в яких піроксен частіше представлений титанистим авгітом або феросалітом. Ця властивість "передається" певною мірою і олівіновим норитам та ортопіроксеновим троктолітам Носачівського родовища.

В рудних породах нормальної лужності — габроїдах з ортопіроксеном, норитах, двопіроксенових піроксенітах — клінопіроксен незалежно від кількості ільменіту або апатиту характеризується низьким вмістом титану. Навіть нижчим, ніж в середньому, за даними хімічних аналізів, для безрудних основних порід анортозит-рапаківігранітних плутонів. Проте клінопіроксени зі всіх

досліджуваних нами рудних габроїдів та мафітів УЩ незалежно від їх формаційної належності є більш кальцієвими, ніж переважна більшість однойменних мінералів з основних порід анортозит-рапаківігранітних плутонів і на діаграмі Хесса розташовуються в полі висококальцієвого авгіту, саліту, фероавгіту вище тренду клінопіроксенів Скергаардської інтрузії і на продовженні тренду піроксенів сублужних базальтів (рис. 1). Тобто, рудні габроїди та мафіти ніби проявляють підвищену лужність навіть у тих випадках, коли в них відсутні її явні ознаки за мінеральним складом: в них клінопіроксен без явних ознак лужності (без натрію і з дуже низьким вмістом титану), немає керсутиту і наявний ортопіроксен. Як прикмети підвищеної лужності, крім високої кальцієвості клінопіроксену, в цих рудоносних і рудних породах можна відмітити хіба що наявність титаністого або з підвищеним вмістом титану слюд флогопіт-біотитового ряду та ортоклазу (часто з підвищеним Ва — до 1%).

Хоча на даний час важко простежити взаємовідношення та послідовність утворення рудних норитів з ільменітом, з одного боку, та сублужних ільменіт-апатитових габроїдів (з титанистим авгітом та олівіном, без кварцу і ортопіроксену) — з іншого, можна припустити, що останні є дещо пізнішими диференціатами. Подальша диференціація розплавів, з яких утворилися такі сублужні габроїди, призводить до формування сієнітів з рідкіснометалевою мінералізацією, характерних для анортозит-рапаківігранітних плутонів УЩ (сієнітовий тренд диференціації).

Розглянуті особливості хімічного складу піроксенів з габроїдів та мафітів УЩ можна певною мірою вважати критеріями оцінки потенційної рудоносності цих порід та визначеності типу мінералізації (ільменіт, апатит), а також умов їх формування.

1. *Бутурлинов Н. В., Гоньшакова В. И., Зарицкий А. И. и др.* Девонский щелочно-ультраосновной-щелочнобазальтоидный комплекс сочленения Донбасса с приазовской частью Украинского щита // Базит-ультрабазитовый магматизм и минерагения юга Восточно-Европейской платформы. — М.: Недра, 1973. — С. 171—263.

2. *Великославинский Д. А., Биркис А. П., Богатиков О. А. и др.* Анортозит-рапакиви-гранитная формация Восточно-Европейской платформы. — Л.: Наука, 1978. — 296 с.
3. *Глевасский Е. Б., Кривдик С. Г.* Докембрийский карбонатитовый комплекс Приазовья. — Киев: Наук. думка, 1981. — 228 с.
4. *Кравченко Г. Л., Донской А. Н.* Хомутовский субщелочной массив (Восточное Приазовье): минеральный состав, парагенезис // Минерал. журн. — 1999. — Т. 21, № 5/6. — С. 78—85.
5. *Кривдик С. Г., Ткачук В. И.* Петрология щелочных пород Украинского щита. — Киев: Наук. думка, 1990. — 408 с.
6. *Кривдик С. Г., Цымбал С. Н., Гейко Ю. В.* Протерозойский щелочно-ультраосновной магматизм северо-западной части Украинского щита как индикатор кимберлитобразования // Минерал. журн. — 2003. — Т. 25, № 5/6. — С. 57—69.
7. *Кривдик С. Г., Дубина О. В.* Типохімізм мінералів лужно-ультраосновних комплексів Українського щита як індикатор глибини їх формування // Там же. — 2005. — Т. 27, №1. — С. 64—76.
8. *Кривдик С. Г., Дубина О. В., Юрчишин А. П. та ін.* Новий тип апатитоносних габроїдів у Верхньому Побужжі // Там же. — 2007. — Т. 29, №1. — С. 23—34.
9. *Кривдик С. Г., Дубина О. В., Гуравський Т. В.* Деякі мінералогічні та петрологічні особливості рудоносних (фосфор, титан) габроїдів анортозит-рапаківігранітних плутонів Українського щита // Там же. — 2008. — Т. 30, № 4. — С. 41—57.
10. *Кононов Ю. В.* Габрові масиви Українського щита (центральна частина). — К.: Наук. думка, 1966. — 100 с.
11. *Личак И. П.* Петрология Коростенского плутона. — К.: Наук. думка, 1983. — 248 с.
12. *Митрохін О. В.* Петрологія габро-анортозитових масивів Коростенського плутону: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. — К., 2001. — 16 с.
13. *Тарасенко В. С.* Богатые титановые руды в габбро-анортозитовых массивах Украинского щита // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1990. — № 8. — С. 35—44.
14. *Царовский И. Д., Кравченко Г. Л.* Эволюция минерального состава габброидов и сиєнітов Южно-Кальчикского массива (Приазовье) // Геол. журн. — 1992. — № 2. — С. 15—26.

15. Цымбал С. Н., Гейко Ю. В., Кривдик С. Г. и др. Болярковская интрузия щелочно-ультраосновных пород (северо-запад Украинского щита) // Актуальные проблемы геологии Беларуси и смежных территорий: Материалы междунар. науч. конф., Минск, 9—10 дек. 2008 г. — Минск, 2008. — С. 35—40.
16. Цымбал С. Н., Щербаков И. Б., Кривдик С. Г., Лабузный В. Ф. Щелочно-ультраосновные породы Городницкой интрузии (северо-запад Украинского щита) // Минерал. журн. — 1997. — Т. 19, № 3. — С. 61—80.
17. Шумлянський Л. В. Варіації хімічного складу силікатних мінералів та апатиту Федорівського апатит-ільменітового родовища (Коростенський плутон) // Там же. — 2007. — Т. 29, № 1. — С. 5—22.
18. Bernard Charlier. Petrogenesis of magmatic iron-titanium deposits associated with Proterozoic massif-type anorthosites. — Universite de Liege, 2007. — 165 p.
19. Owens B. E., Dymek R. F. Fe-Ti-P-rich rocks and massif anorthosite: problems of interpretation illustrated from the Labrieville and St-Urbain plutons, Quebec // Can. Mineral. — 1992. — Vol. 30. — P. 163—190.

Ін-т геохімії, мінералогії

та рудоутворення

ім. М. П. Семененка НАН України

Стаття надійшла

18.02.09